

А.І. ГАПОН, канд. техн. наук, проф., *С.М. САВИЦЬКИЙ*, магістр

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ

Приведене економічне обґрунтування доцільності розробки автоматизованої системи теплопостачання і запропонована автоматизована система регулювання офісних споруд, яка виконує функцію регулювання для об'єкту з розподільними параметрами.

The economic ground of expedience of development of the automated system of heat supply is resulted and the automated system of adjusting of office buildings is offered, which executes an adjusting function for an object with distributive parameters.

В даний час підвищення цін на енергоносії, і зростання вимог до якості мікроклімату в офісних і адміністративних будівлях примушує відмовитися від традиційної схеми теплопостачання таких будівель на користь так званих «інтелектуальних» систем опалювання. Складна конфігурація будівлі приводить до неефективного використання енергії теплоносія, що подається.

Така споруда має нерівномірну витрату тепла по сторонам світу, крім того, усередині деяких будівель є внутрішні двори і ін., які також приводять до зайвих тепловтрат, тому для їх мінімізації необхідно використовувати автоматизовану систему контролю теплопостачання, в якій об'єкт управління розглядається як об'єкт з розподіленими параметрами. В цьому випадку виникає перехід від одного вентиля, який знаходиться на вході будівлі до декількох вентилів (засувок), кожен з яких знаходиться усередині будівлі і управляється по своєму закону.

Істотну економію тепла можна отримати, також, в неробочі дні. Тому завдання розробки методів і пристроїв програмного регулювання подачі тепла є вельми актуальним. У даній статті поставлено завдання розробити програмний регулятор для теплопостачання адміністративної будівлі складної конфігурації.

Проведено аналіз існуючих систем контролю і обліку енергоресурсів [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7] і виявлено, що в даний час все частіше для організації постійного моніторингу систем теплопостачання застосовують різні автоматизовані системи регулювання теплопостачання (АСРТ) на базі ЕВМ [8] [9]. Також в статті були використані дані про такі системи, як система контролю і управління з розподільними параметрами «АТЛАС» та «ТЕХНОТЕРМ».

Техніко-економічне обґрунтування розробки.

Деякі будівлі мають кільцеву структуру будови асиметричної форми з внутрішнім двором. Південна сторона може мати більшу протяжність, ніж північна або навпаки, отже, будівля розсіює і отримує з навколишнього середовища нерівномірну кількість тепла, наприклад ГАК корпус НТУ «ХПІ». З урахуванням ізоляції між кімнатами та поверхами і відсутності перетікання

повітряних мас між сусідніми кімнатами, об'єкт управляється з використанням лише датчиків температури, розташованих на різних поверххах одного стояка. Засувка стояка має довільне положення з дискретністю в 1%. У приміщеннях даного стояка температура контролюється за допомогою цифрових датчиків температури з точністю $\pm 0,5$ °C.

Тепловтрати такої будівлі в середньому складає 0,864 Гкал/г, вартість однієї гікалорії складає 400,74 грн., отже витрата на теплоносії за опалювальний сезон (150 діб) складають 1 млн. 246 тис. 462 грн. Установка розробленої системи в середньому, залежно від параметрів будівлі складає 170 – 180 тис. грн., обслуговування і експлуатація – 35- 40 тис. грн/рік. Приведені економічні розрахунки показують необхідність розробки системи управління об'єктом з розподіленими параметрами.

Мета статті – розробка автоматизованої системи регулювання теплопостачання офісних будівель складної конфігурації.

Загальні принципи, закладені в роботу АСРТ:

1. Зниження тепловтрат в програмному режимі на нічний час, на вихідні і святкові дні за рахунок переходу на інший температурний режим у будівлі.
2. Безперервність управління шляхом оперативної зміни положення засувки під впливом зміни температури протягом дня.

3. Положення засувки вибирається так, щоб в будь-якій кімнаті, розташованій на стояку цієї засувки температура була не нижча мінімально допустимої.

4. Об'єкт управління слід розглядати як об'єкт з розподіленими параметрами. Є обмеження на кількість тепла, що подається в будівлю. Зміна положення засувок стояків одного крила корпусу приводить до зміни температури в сусідніх стояках і навіть в іншому крилі.

5. Імовірнісний підхід до регулювання температури з упередженням з урахуванням прогнозів погоди (наприклад, Інтернет сайтів).

Структурна схема АСРТ представлена на рисунку 1. Система АСРТ ділиться на 3 складові:

1. Підсистема збору і передачі інформації;
2. Підсистема видачі управляючої дії;
3. Центральний обчислювач і пульт управління.

Підсистема збору інформації складається з послідовно підключених блоків концентраторів (БК 1-*m*) до центрального обчислювача (ЦО) через два приймачі зліва і справа відповідно. Інформаційна шина між ЦВ і БК (1-*m*) замкнута в кільце, а шина живлення – паралельна. Кожен і блоків (БК 1-*m*) опитує свій набір датчиків температури та тиску, інформаційна шина яких також замкнута в кільце.

Підсистема видачі управляючої дії, складається з БК і ЦО, підключених послідовно через два приймачі зліва і справа відповідно. Інформаційна шина між ЦО і БК замкнута в кільце, а шина живлення – паралельна. БК цієї підсистеми управляє набором виконавчих механізмів з їх блоками управління, ін-

формаційна шина яких також замкнута в кільце. У функцію БК входить прийом і обробка інформації з датчиків температури, тиску, положення засувки або з виконавчих механізмів, індикація стану засувки, локальне управління лінією датчиків або виконавчих механізмів, і передача інформації на ЦО оператора для здійснення регулювання АСРТ в цілому. БК містить мікроконтролер для обробки прийнятої інформації і формування видачі інформації на модуль індикації, приймач для узгодження мікроконтролера з іншими блоками-концентраторами по довгій лінії в двох напрямках, підсистему активізації певних виконавчих пристроїв. ЦО реалізує оригінальний закон регулювання температури, заснований на пропорційно-інтегральному законі регулювання об'єктом з розподіленими параметрами.

Режими роботи системи регулювання по структурній схемі складаються з нормального, аварійного, режиму діагностики та режиму первинного завантаження.

Нормальний режим роботи. При видачі ЦО кодової комбінації (вліво), що містить в собі адресу блоку і дані початкового стану ліній шлейфу, вона поступає на приймач найближчого блоку-концентратора. З приймача ця інформація поступає на мікроконтролер БК. Мікроконтролер БК визначає з якого боку прийшла кодова комбінація (КК), що містить адресу БК і прочитує з постійно запам'ятовувального пристрою (ПЗП) адресу БК, виділяє адресу з кодової комбінації і порівнює її з адресою БК. Якщо адреси різні, то БК відправляє кодову комбінацію, не змінюючи її, в протилежну сторону, з якої прийшла кодова комбінація, до наступного по порядку проходження БК. Якщо ж адреси співпадають, то мікроконтролер БК опитує лінії датчиків про їх стан і записує, відповідно до отриманої відповіді від датчиків, результат в кодову комбінацію і відправляє її в тому ж напрямку, з якого поступила кодова комбінація з ЦО. При отриманні відповіді від БК ЦО обробляє інформацію про стан кожної лінії шлейфу.

Якщо інформація про несправність виявиться позитивною, то ЦО відправляє запит для підтвердження інформації ще раз за тією ж адресою, але в іншу сторону. У разі «тривоги» ПК приводить в дію виконавчі пристрої.

Якщо ж інформація про несправність виявиться негативною ПК відправляє нову кодову комбінацію, що містить адресу наступного по порядку блоку і дані початкового стану ліній шлейфу.

Аварійний режим роботи. ЦО відправляє певному БК кодову комбінацію (КК) спочатку по лівій стороні, що містить адресу БК. Ця КК, проходячи через інші БК, повинна дійти до БК саме з такою адресою, а потім БК повинен сформулювати і відправити відповідь на ЦО в тому ж напрямку з якого прийшла КК. Якщо відповіді зліва від БК на ЦО немає, то ЦО відправляє цю ж КК цьому ж БК, але в інший бік, чекаючи відповіді від БК.

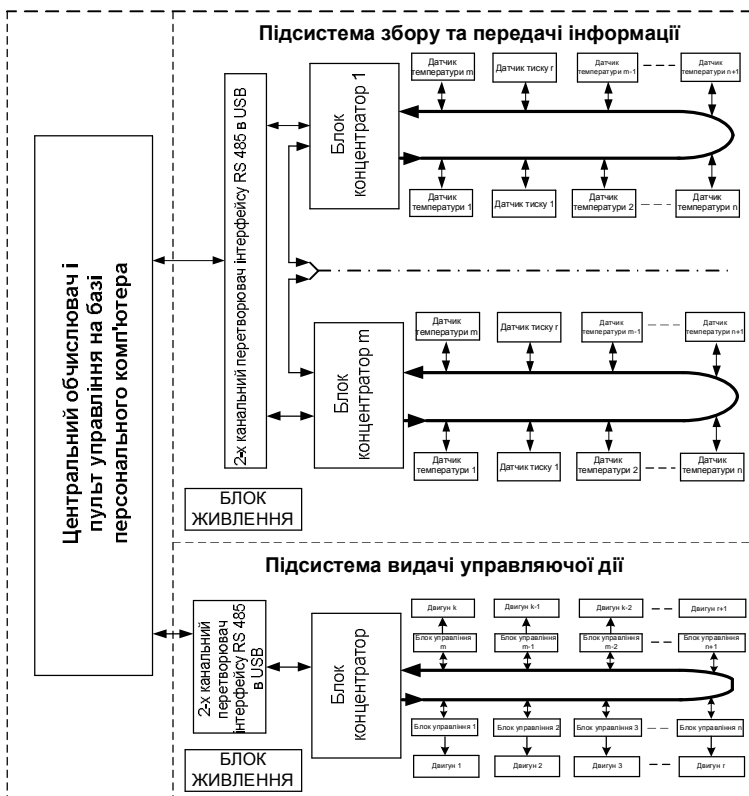


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи регулювання теплопостачання

Якщо відповідь на запит отримана ЦО, то комп'ютер (ПК) видає повідомлення оператору про те, що стався обрив в лінії між блоком, якому був відправлений запит і попереднім блоком з лівого боку. Якщо ж відповіді на запит не отримано, тоді ПК видає інформацію про те, що БК не в робочому стані або, можливо, сталося навмисне відключення цього блоку.

Режим діагностики призначений для тестування справності лінії або контура, по якому підключаються БК, справності самого БК, справності датчиків підключених до даного БК. Справність лінії перевіряється надходженням відповіді від БК на ЦО. Комп'ютер порівнює адреси кодової комбінації, що прийшла від БК, з поточною адресою в кодовій комбінації, що була задана ЦО. Якщо адреси збігаються, то мікроконтролер перевіряє стан датчиків в цьому блоці. Якщо адреси не збігаються, то мікроконтролер БК посилає повторно таку ж кодову комбінацію, але в іншому напрямку і перевіряє знову на правильність адреси. Якщо ж адреса знову виявиться не вірною, то ЦО видає

оператору повідомлення про це. Тестування датчиків здійснюється шляхом порівняння допустимої температури (не менше 0°C, не більше 50°C) і допустимого тиску води в трубах теплопостачання.

Режим первинного завантаження, по-перше, передбачає, перед початком виконання програми, установку календаря, установку годинника, установку всіх засувок у відкритий стан для запобігання гідроудару в системі теплопостачання. По-друге, опитування і реєстрацію всіх доступних контролерів, блоків концентраторів, датчиків і виконавчих пристроїв, включених в систему. Інформує оператора про проведення реєстрації і дає можливість включити програму нормального режиму роботи системи за згодою оператора.

Висновок. У даній статті приведені результати роботи з розробки автоматизованої системи регулювання теплопостачання для офісних будівель, що складається з функціональних вузлів (блоків-концентраторів) на основі мікроконтролера. Розроблена система має низку переваг в порівнянні з аналогічними системами автоматизованого регулювання теплопостачання. Запропонована система допускає просте нарощування числа контрольованих засувок або виключення їх з програми управління. Кількість стояків, що можуть бути включеними в систему, досягає 256. Запропонована кільцева структура системи надає можливість визначення місця обриву лінії, для передачі даних доступні 2 канали. Кількість ліній датчиків може досягати 8. Спроекована система має просту конструкцію, що забезпечує високу надійність (0,98 на 2000 годин безперебійної експлуатації). Оскільки будівлі мають високу інерційність, то перспективним є включення підпрограми, яка прогнозує зміну температури навколишнього середовища, наприклад, з урахуванням даних прогнозу погоди на web сайтах в Інтернеті.

Список літератури: 1. *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с. 2. *Рудоміно Б.В., Ремжин Ю.Н.* Проектирование трубопроводов тепловых электростанций. – Л.: «Энергия», 1970. – 208 с. 3. *Водяные тепловые сети: Справочник проектировщика / под ред. Громова Н.К. и др.* – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 376 с. 4. *Магалиф В.Я., Ковылянский Я. А.* Теоретические основы конструирования трубопроводов тепловых сетей (справочно-методический материал), - М.: «ВНИПИЭнергопром», 2005. – 152 с. 5. *Правила техники безопасности при обслуживании тепловых сетей.* М.: Атомиздат, 1975. 6. «Системы сбора и первичной обработки измерительной информации», ред. Коршевер И., сборник статей. 7. «Датчики и устройства систем управления и контроля», сб. научн. трудов – 1985. 7. «Теория и практика проектирования микропроцессорных систем», сб. научн. тр., 1990. 8. *Боборыкин А.В.* «Однокристалльные микроЭВМ». – М., 1994. – 400 с. 9. «Комп'ютеризовані системи управління та автоматики », зб. наук. пр. – 2000.

Поступила в редколлегию 13.11. 2008 г.